

51

Int. Cl. 2:

G 01 N 21/46

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 26 42 891 A 1

11

Offenlegungsschrift 26 42 891

21

Aktenzeichen:

P 26 42 891.1-52

22

Anmeldetag:

21. 9. 76

43

Offenlegungstag:

23. 3. 78

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Vorrichtung zur Messung des optischen Brechungsindex von flüssigen und gasförmigen Medien

71

Anmelder:

Franz Schmidt & Haensch, 1000 Berlin

72

Erfinder:

Haumersen, Alexander, 1000 Berlin

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 26 42 891 A 1

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung des optischen Brechungsindex von flüssigen und gasförmigen Medien und vom Brechungsindex ableitbarer Größen, bei der mit einem Kollimator ein Parallellichtbündel homogener konstanter Strahldichteverteilerzeugt wird, dessen an einer vom zu messenden Medium umgebenen strahlungsdurchlässigen Grenzfläche reflektierter Strahlungsfluß ein Maß für den Brechungsindex bzw. daraus ableitbaren Größen bildet, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfläche (3A) auf der Einfallseite der Strahlung sphärisch oder zylindrisch konvex ausgebildet ist.
2. Vorrichtung nach 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfläche in zwei Flächen (3A, 3B) oder mehrere Flächen unterteilt ist.

Dipl.-Ing. H. J. Presting
Patentanwalt



809812/0540

ORIGINAL INSPECTED

Meissner & Meissner

PATENTANWALTSBÜRO
BERLIN - MÜNCHEN

2642891

2

PATENTANWÄLTE

DIPL.-ING. W. MEISSNER (BLN)
DIPL.-ING. P. E. MEISSNER (MCHN)
DIPL.-ING. H.-J. PRESTING (BLN)

HERBERTSTR. 22, 1000 BERLIN 33

Ihr Zeichen

Ihr Schreiben vom

Unsere Zeichen

Pr/Tm

Berlin, den

21. September 1976

Franz Schmidt & Haensch,
Naumannstrasse 33, 1000 Berlin 62

Vorrichtung zur Messung des optischen Brechungsindex von
flüssigen und gasförmigen Medien

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung des optischen Brechungsindex von flüssigen und gasförmigen Medien und vom Brechungsindex ableitbarer Größen, bei der mit einem Kollimator ein Parallellichtbündel homogener konstanter Strahldichteverteilung erzeugt wird, dessen an einer vom zu messenden Medium umgebenen strahlungsdurchlässigen Grenzfläche reflektierter Strahlungsfluß ein Maß für den Brechungsindex bzw. daraus ableitbaren Größen bildet.

Seit dem Ende des vergangenen Jahrhunderts sind Anordnungen bekannt, die die Messung von optischen Brechungsindices gestatten. Eine häufig benutzte Anordnung ist von Abbe angegeben worden, die als Kriterium der Einstellung den Grenzwinkel der Totalreflexion benutzt. Durch die Abbildung einer durch den Grenzwinkel der Totalreflexion erzeugten Kante zwischen reflektiertem und aus dem Prisma heraustretendem Licht auf eine Skala, wird ein visuell ablesbares Maß für den Brechungsindex erzeugt. Daher ist diese Art der Messung nur in Verbindung mit dem menschlichen Auge möglich und einer direkten Automation nicht zugänglich.

809812/0540

- 2 -

BÜRO MÜNCHEN:
ST. ANNASTR. 11
8000 MÜNCHEN 22
TEL.: 089/22 85 44

TELEX:
1-858 44
INVEN d

TELEGRAMM:
INVENTION
BERLIN

TELEFON:
BERLIN
030/886 80 37
030/886 23 82

BANKKONTO:
BERLINER BANK AG.
BERLIN 81
8895718000

POSTSCHECKKONTO:
W. MEISSNER, BLN-W
122 82 - 100

Es sind Anordnungen automatisch arbeitender Refraktometer bekannt geworden, die die Ablenkung eines Lichtstrahles beim Durchgang durch ein mit Meßflüssigkeit gefülltes Prisma dazu benutzen, um den Brechungsindex der Probe zu messen. Der Nachteil einer solchen Anordnung liegt darin, daß das Licht durch die Flüssigkeit hindurchtreten muß und so auch andere optische Eigenschaften (Trübung, Absorption etc.) diese Messung beeinflussen können. Daher sind solche Meßgeräte nicht universell anwendbar.

Andere Anordnungen benutzen Abtastscheiben usw., um die Lage des Grenzwinkels der Totalreflexion zu ermitteln und um auf diese Weise in der Lichtstromänderung beim Überstreichen einer Kante ein Kennzeichen für den Brechungsindex zu gewinnen. Grundsätzliche Nachteile solcher Anordnungen liegen in der Nichtlinearität der Skala, die zusätzliche Maßnahmen zur Linearisierung bzw. eine Meßwertumwandlung verlangt und außerdem im Vorhandensein mechanisch bewegter Teile, die zusätzliche Fehlerquellen darstellen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden, daß damit ohne großen konstruktiven Aufwand lineare Meßwerte erzeugt werden können, die auf einfache Weise über bekannte elektronische Einrichtungen einem Datenabnehmer zuführbar sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Grenzfläche auf der Einfallseite der Strahlung sphärisch oder zylindrisch konvex ausgebildet ist.

In weiterer Ausbildung des Erfindungsgegenstandes kann die Grenzfläche in zwei oder mehr Flächen unterteilt sein.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen in der Einfachheit der neuen Konstruktion, die ohne komplizierte Einrichtungen in der Lage ist, lineare Meßwerte zu erzeugen.

Zwei Ausführungsbeispiele sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

- Figur 1 eine zeichnerische Erläuterung der geometrischen Zusammenhänge an der Grenzfläche,
- Figur 2 eine Prinzip- und Blockdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer einteiligen Grenzfläche und
- Figur 3 eine der Figur 2 entsprechende Darstellung einer Ausführungsform mit zweigeteilter Grenzfläche.

Es wird zunächst das Meßprinzip allgemein erläutert, wobei auf Figur 1 bezug genommen wird.

Mit einer annähernd punktförmigen Lichtquelle und einem aberrationsarmen Kollimator wird ein quasiparalleles Lichtbündel erzeugt. Die Öffnung des Kollimators ist so gewählt, daß ein Lichtbündel entsteht, dessen Lichtstromverteilung innerhalb des Bündels homogen und konstant ist, d.h. es findet also insbesondere keine Abnahme des Lichtstromes an den Rändern statt. Dieses parallele Lichtbündel trifft derart auf eine konvexe sphärische Fläche aus passend gewähltem Glas, daß es parallel zur Rotationsachse einfällt. Das auf diese Fläche treffende Licht fällt unter Berücksichtigung der Kaustik in die Umgebung des Brennpunktes. Mit einer passend dimensionierten Empfängereinrichtung (z.B. mit einer großflächigen Fotodiode) wird der gesamte von der sphärischen Grenzfläche reflektierte Lichtstrom in elektrische Signale umgewandelt und nach Verstärkung von einem Meßinstrument

angezeigt. Der so gemessene Lichtstrom ist dem Brechungsindex direkt proportional, wenn angenommen werden kann, daß die Strahldichte über die Höhe H überall konstant ist. Der Strahlungsfluß Φ_{ein} ist dann:

$$\Phi_{\text{ein}} = K_1 \cdot H \quad (1), \text{ wobei } K_1 \text{ eine Konstante ist}$$

Die Bedingung für den Grenzwinkel der Totalreflexion lautet

$$\sin \alpha = \frac{n_x}{n} \quad (2), \text{ wobei } \alpha = \text{Grenzwinkel der Totalreflexion,}$$

n_x = Brechungsindex der Meßlösung,

n = Brechungsindex des Glases ist.

Aus der Figur 1 ergibt sich mit R als Radius der konvexen Fläche:

$$\sin \alpha = \frac{H}{R} \quad (3)$$

Aus (2) und (3) erhält man

$$\frac{H}{R} = \frac{n_x}{n} \quad \text{und} \quad H = n_x \frac{R}{n}$$

Eingesetzt in (1) ergibt sich sinngemäß

$$\Phi_{\text{aus}} = K_1 n_x \frac{R}{n} \quad \text{mit } K = K_1 \frac{R}{n}$$

$$\Phi_{\text{aus}} = K n_x \quad (4)$$

Der Lichtstrom Φ_{aus} ist also unter den angegebenen Bedingungen eine lineare Funktion des Brechungsindex in der Meßflüssigkeit.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 trifft die divergente Strahlung einer fadenförmigen Glühlampe 1 auf die Öffnung eines Kollimators 2, hinter dem das nunmehr parallele Bündel auf eine

optische Anordnung 3 fällt, deren wesentlicher Bestandteil ihre konvexe sphärische Grenzfläche 3 A (optisches Glas gegen die zu messende Lösung) zum Probenbehälter 4 ist. An dieser Grenzfläche wird, abhängig vom gegenseitigen Brechungsindex "Glas-Probenlösung", ein Teil des Bündels reflektiert, das an der schmalsten Stelle der Kaustik von einem Photoempfänger 5 absorbiert wird. Dessen dem Strahlungsfluß und damit dem Brechungsindex proportionales elektrisches Signal wird in einem Meßverstärker 6 verstärkt. Dieses Meßsignal wird einem Analog/Digitalwandler 7 zugeführt, der mit einer Anzeigeeinrichtung 8 und einem Datenausgang 9 gekoppelt ist. Diese drei Baugruppen 7, 8 und 9 sind üblicherweise in einem Digitalvoltmeter vereinigt. Um eine ausreichende zeitliche Konstanz der Lampenemission sicherzustellen, wird der Betriebsstrom der Lampe 1 einem strahlungsgeregelten Netzgerät 10 entnommen, das über einen Photoempfänger 11 den Strahlungsfluß der Lampe kontinuierlich mißt und gegebenenfalls nachregelt. Da der zu messende Brechungsindex n_x wesentlich von der Proben temperatur abhängt, ist ein Temperaturfühler 12 im Probenbehälter angebracht, dessen der Proben temperatur proportionales elektrisches Signal einer Korrektureinrichtung 13 zugeführt wird, die in geeigneter Weise den vom Datenausgang 9 abgegebenen Meßwert entsprechend der Proben temperatur modifiziert und von dem dieser korrigierte Meßwert dann an den Datenabnehmer abgegeben wird. Zur Aussonderung von bestimmten Spektralbereichen werden bei genauen Messungen Spektralfilter 14 dem Kollimator 2 vorgeschaltet.

Für den Betrieb bei wechselnden Umweltbedingungen, wie sie speziell bei Betriebskontrollen, d.h. bei laufenden Messungen in der Produktion vorliegen, ist eine Relativmessung des Photostromes mit Hilfe eines zusätzlichen Photoempfängers 15 vorgesehen, der umweltbedingte Schwankungen, z.B. der Betriebsspannung etc. eliminiert.

Die Anordnung nach Figur 2 läßt sich, wie Figur 3 zeigt, nach den Anforderungen z.B. einer Betriebskontrolle soweit erweitern, daß die Lichtquelle 1 zwei gleiche, aber spiegelbildlich angeordnete sphärische Grenzflächen 3 A, 3 B beleuchtet, sodaß die eine Fläche in der geschilderten Weise an die zu messende Flüssigkeit grenzt, während die zweite Grenzfläche an eine Vergleichsflüssigkeit 4 A mit bekanntem optischem Brechungsindex als Referenzmedium ($n_{\text{ref}} = \text{const}$) grenzt. Ein zweiter Photoempfänger 16 fängt den vom Referenzmedium nicht absorbierten Strahlungsfluß auf. Das dem Strahlungsfluß proportionale elektrische Signal wird einem zu 6 analogen zusätzlichen Meßverstärker 17 zugeführt, von wo es in geeigneter Weise einer Rechenoperation unterworfen wird, um je nach Aufgabenstellung entweder die Differenz oder das Verhältnis beider Brechungsindices zu erhalten. Der so erhaltene Meßwert wird in vorbeschriebener Weise einem internen Datenausgang zugeführt. Mit dieser Anordnung kann die Annäherung an eine gegebene Referenzlösung gemessen bzw. kontrolliert werden, ohne daß sich der Aufwand wesentlich erhöht. Das Spektralfilter 14 kann dabei zweckmäßigerweise vor den gemeinsamen Strahleneintritt, d.h. den Kollimator 2 gesetzt werden.

- Patentansprüche -

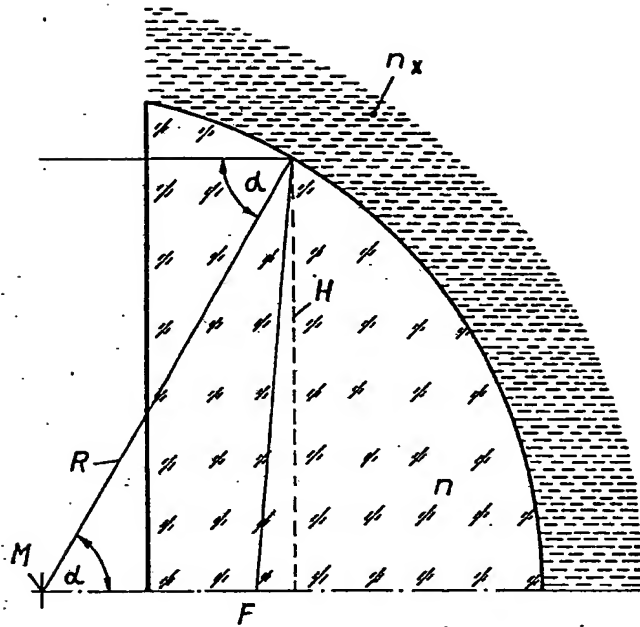
809812/0540

2
Leerseite

- 11 -
2642891

Nummer:
Int. Cl. 2:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

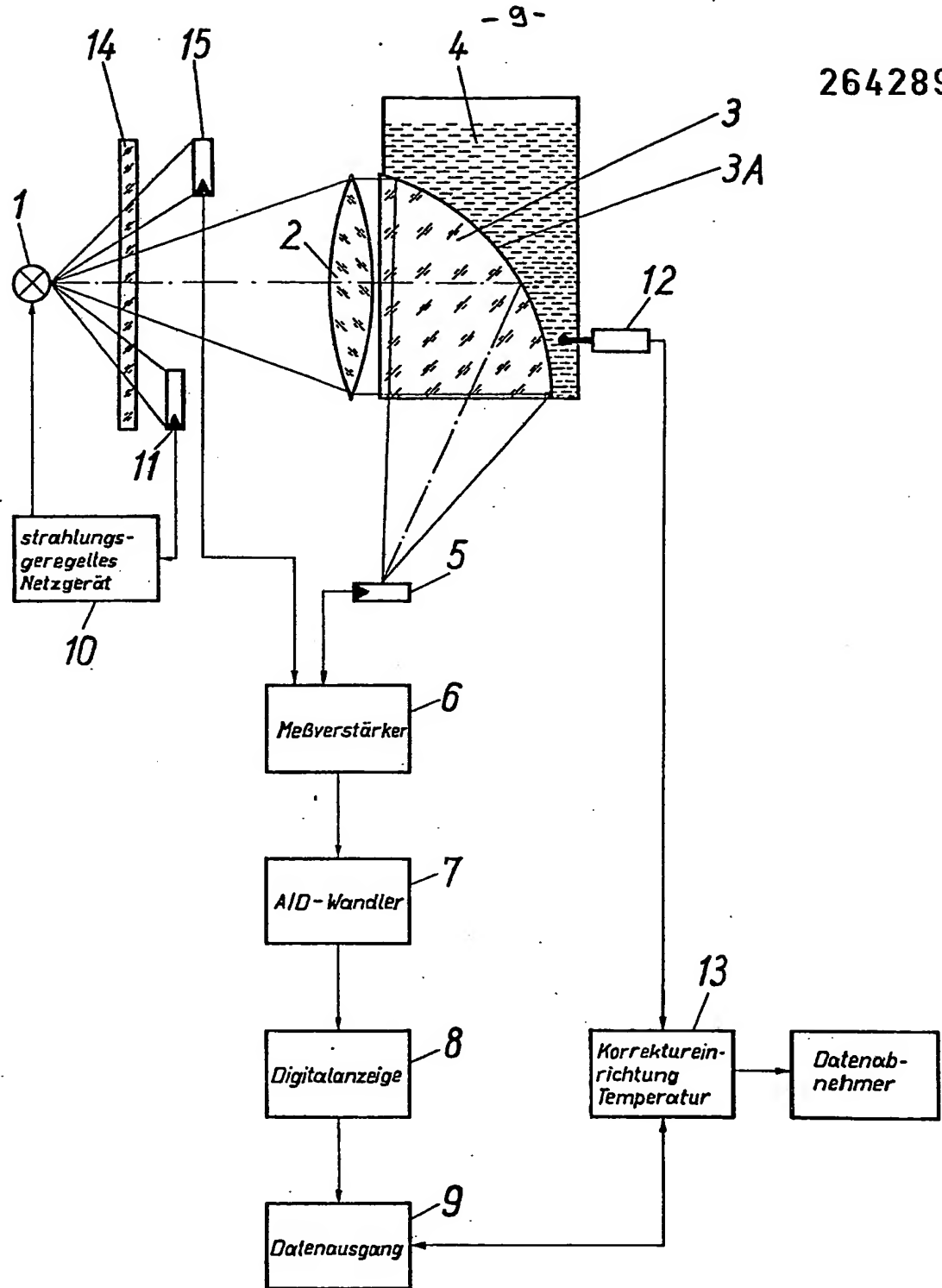
26 42 891
G 01 N 21/46
21. September 1976
23. März 1978



Figur 1

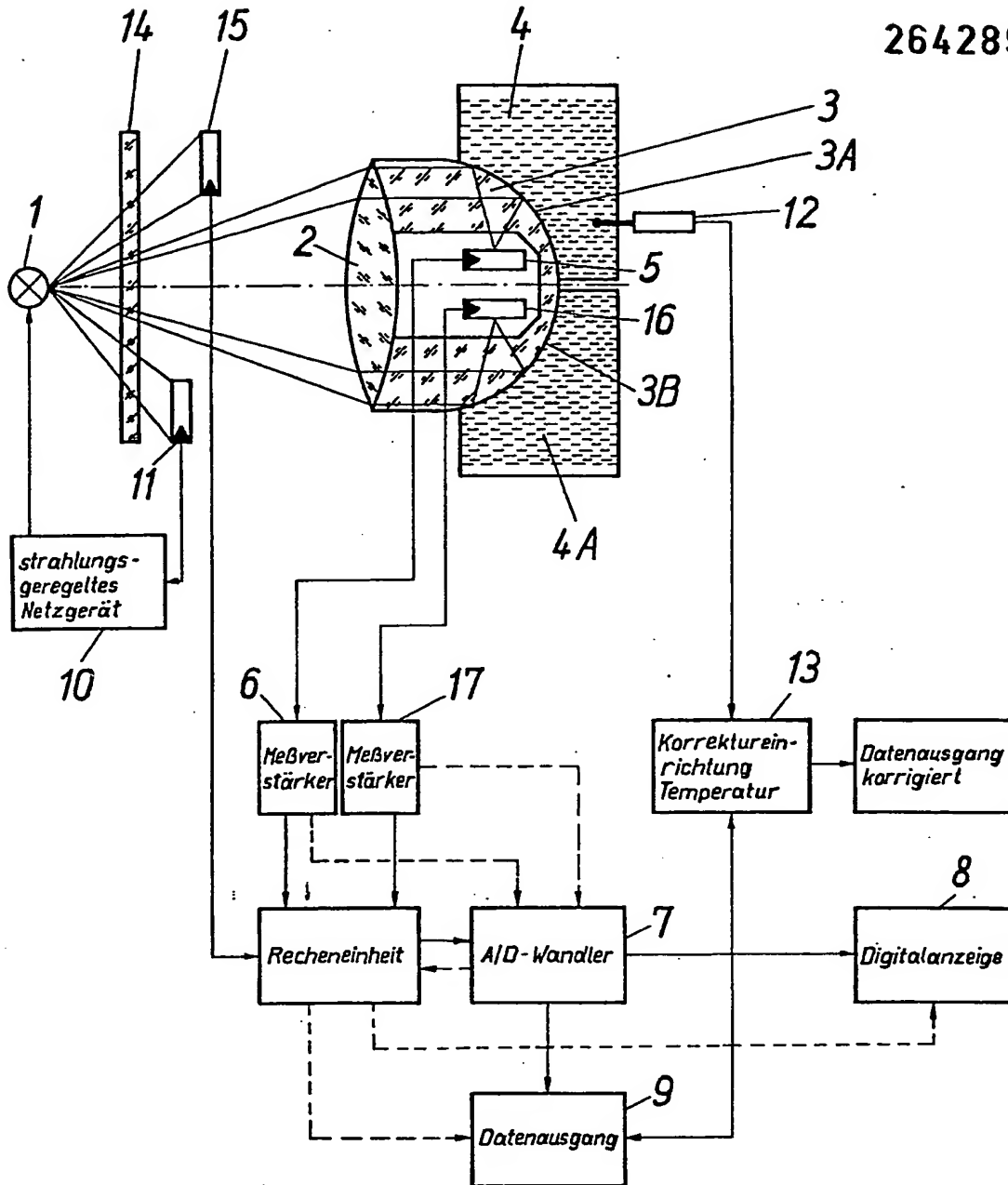
809812/0540

2642891



Figur 2

809812/0540



Figur 3